

4. Відсутність виділення поліовірусів із питної води на фоні повсюдного застосування живої поліомієлітної вакцини свідчить про недостатню ефективність загальноживаної вірусологічної методики щодо визначення ЕВ у питній воді та необхідність впровадження і широкого застосування нових методів оцінки якості питної води за санітарно-показовими вірусами.

5. Аналіз виділення ЕВ з різних водних об'єктів в Україні свідчить про необхідність створення ефективніших способів очистки стічної води, водопідготовки питної, а також впровадження більш чутливих та уніфікованих методів детекції кишкових вірусів у систему вірусологічного контролю над якістю води.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Квашук Л.П., Пічкур М.Г. Аналіз стану та використання водних ресурсів України // Вода і водоочисні технології. — 2002. — № 2-3. — С. 6-9.

2. Косовець О.О., Колісник І.А. Оцінка якості поверхневих вод за даними спостереження організацій гідрометслужби Мінприроди України // Матеріали науково-практичного семінару "Актуальні питання якості води в Україні", 15-16 липня 2004 р. — К., 2004. — С. 14-22.

3. Бондаренко В.И., Гирин В.Н., Григорьева Л.В. Экология энтеровирусов. — К.: Здоров'я, 1988.

4. Бондаренко В.И., Задорожна В.И., Доан С.И. Роль морської води у поширенні ентеровірусних інфекцій // Вода і водоочисні технології. — 2002. — № 2-3. — С. 41-46.

5. Доан С.И., Задорожна В.И., Бондаренко В.И. Стічні води — фактор передачі вірусних інфекцій // Вода і водоочисні технології. — 2002. — № 1. — С. 61-66.

6. Забруднення вірусами водопровідної води / Бондаренко В.И., Задорожна В.И., Доан С.И., Бура Т.О., Маричев І.Л. // Вода і водоочисні технології. — 2002. — № 1. — С. 56-60.

7. Забруднення ентеровірусами води різного походження / Зубкова Н.Л., Доан С.И., Задорожна В.И., Бондаренко В.И., Гриценко Л.М. // Бюлетень Інституту сільськогосподарської мікробіології. — 2000. — № 7. — С. 54-55.

8. Руководство по вирусологическим исследованиям полиомиелита // Глобальная программа по вакцинации и иммунизации. РПИ. ВОЗ. Женева. — М., 1998. — 45 с.

## RESEACH AND HYGIENE STATE OF DRAIN SEWAGES TERTIARY PURIFICATION FROM BIOPOND WITH HIGHER WATER PLANTS GROWTH TO SURFACE POND

Popenko V.N., Garkavy S.I., Boyko I.I.

### ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ВІДВЕДЕННЯ ТРЕТИННО ОЧИЩЕНИХ СТИЧНИХ ВОД З БІОСТАВА, ЗАСАДЖЕНОГО ВИЩИМИ ВОДЯНИМИ РОСЛИНАМИ, У ПОВЕРХНЕВУ ВОДОЙМУ



**ПОПЕНКО В.М.,  
ГАРКАВИЙ С.І., БОЙКО І.І.**  
Національний медичний  
університет  
ім. О.О. Богомольця,  
м. Київ,  
Національна медична академія  
післядипломної освіти  
ім. П.Л. Шупика,  
м. Київ

УДК 614.777:628.1/3

Санітарна охорона поверхневих водойм є однією з найактуальніших задач сучасної екогієни. Внаслідок урбанізації збільшується водоспоживання населенням, а також відведення значних об'ємів стічних вод у водойми, що сприяє їх забрудненню. Ситуація ускладнюється ще й тим, що не всі міські очисні каналізаційні споруди можуть прийняти на біологічне очищення, а головне — доброякісно очистити постійно зростаючу кількість стоків, оскільки більшість з них знаходиться у незадовільному технічному стані й потребує реконструкції. Заключні етапи традиційного очищення стічних вод передбачають знезараження їх від патогенних мікроорганізмів — збудників інфекційних захворювань населення, що поширюються водним шляхом. На очисних станціях каналізації, де знезараження запроваджене, найчастіше використовують хлор та хлорвмісні сполуки, а це призводить до утворення хлорорганічних сполук, потрапляння яких у поверхневі водойми порушує у них процеси самоочищення. Навіть одноразове забруднення донних відкладень водойм призводить до постійного локального пошкодження

#### ИССЛЕДОВАНИЕ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОТВЕДЕНИЯ ТРЕТИЧНО ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ИЗ БИОПРУДА, ЗАСАЖЕННОГО ВЫСШИМИ ВОДНЫМИ РАСТЕНИЯМИ, В ПОВЕРХНОСТНЫЙ ВОДОЕМ

**Попенко В.Н., Гаркавий С.И., Бойко И.И.**

Качество третично очищенных сточных вод, сбрасываемых в поверхностный водоем II категории водопользования, р. Березовку, по своим санитарно-химическим и санитарно-микробиологическим показателям практически не отличается от качества речной воды, а по некоторым показателям, таким как БПК<sub>5</sub>, ХПК, взвешенным веществам, сухому остатку, содержанию сульфатов, железа, общей жесткости, бикарбонатам, хлоридам и другим доочищенные сточные воды даже более чистые. Качество сточных вод в месте выпуска по санитарно-бактериологическим показателям соответствует требованиям нормативных документов к сбросу их в открытые водоемы, что достигается исключительно благодаря процессам самоочищения водоемов без каких-либо дополнительных методов обеззараживания.

гідробіонтів і може тривати до декількох років після забруднення [2, 7, 14].

Одним з можливих підходів у вирішенні задачі зі зменшення техногенного навантаження на природні водойми є використання екологічно чистих способів третинного очищення та одночасного безреагентного знезаражування стічних вод у біоставах, засаджених вищими водними рослинами (ВВР) [3-6].

Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури свідчить, що використання біоставів привертає увагу дослідників, особливо в останнє 10-річчя XX століття. Їх застосування у технології доочищення та знезаражування стічних вод набуває все більшого поширення як за кордоном [16-19, 21, 23-25], так і у країнах СНД [8, 13]. Кількість систем доочищення стічних вод з використанням біоставів у США становить 5000, у Франції — 2500, у Німеччині — 1000 [20, 23]. В інших країнах кількість їх постійно збільшується [26]. Автори це пояснюють високою надійністю їх функціонування, дешевим природним способом доочищення стічних вод господарсько-побутового та промислового походження. Простота улаштування та утримання біоставів, надійність і рентабельність в

експлуатації, порівняно з традиційними очисними каналізаційними спорудами, сприяють все більшому їх поширенню, особливо у країнах з теплим кліматом [15, 22].

Експлуатаційні витрати при будівництві очисних каналізаційних станцій, куди входять біостава, порівняно з іншими типами очисних каналізаційних споруд, можна розмістити (у порядку зменшення капіталовкладень) у такій послідовності: біологічне очищення в аеротенках > біофільтрах > ділянках гідропоніки з використанням очерету звичайного > біоставах з штучною аерацією > біоставах з використанням природних процесів самоочищення за допомогою ВВР [23].

**Мета роботи:** науково обґрунтувати показники якості третинно очищених міських стічних вод у біоставу, засадженому ВВР, з якими вони можуть бути відведені у поверхневу водойму II категорії водокористування на прикладі р. Березівка, не порушуючи при цьому природних гідрохімічних та гідробіологічних процесів її самоочищення.

Виходячи з поставленої мети були визначені основні задачі дослідження:

□ встановити доцільність використання методу доочищення міських стічних вод у біоставу з ВВР перед скиданням у відкриту водойму;

□ вивчити ефективність третинного очищення стічних вод у біоставу, засадженому ВВР;

□ визначити умови відведення третинно очищених стічних вод у поверхневу водойму за санітарно-хімічними та санітарно-бактеріологічними показниками.

**Об'єкт та методи дослідження:** вплив на процес само-

Фото 1

**Біостав очисних каналізаційних споруд Криворізького гірничо-збагачувального комбінату окислених руд м. Долинська Кіровоградської області (зовнішній вигляд у зимову пору року)**



очищення поверхневої водойми залишків органічних, хімічних і бактеріальних забруднень третинно очищених стічних вод у біоставу з ВВР.

Дослідження провадилися на очисних каналізаційних спорудах біологічного очищення з аеротенками Криворізького гірничо-збагачувального комбінату окислених руд (КГЗКОР) м. Долинська Кіровоградської обл. Технологічна схема споруд передбачає третинне очищення стічних вод у біоставах з ВВР: очерет звичайний, рогаз широколистяний і вузьколистяний та лепеха болотяна. Всі рослини були висаджені у фільтруючий шар завантаження [3] (фото 1-2).

Використовували санітарно-хімічні, санітарно-бактеріологічні, вірусологічні методи дослідження. Статистичну обробку отриманих даних здійснювали згідно з [1, 9, 10].

**Результати досліджень та їх обговорення.** На основі сезонних натурних спостережень протягом трьох років встановлено, що очисні споруди КГЗКОР забезпечують необхідний ступінь очищення та доочищення міських стічних вод, насичених складними хімічними сполуками, які передбачається використовувати повторно для технологічних потреб КГЗКОР після виведення його на повну робочу потужність. Надлишок доочищених стічних вод у кількості (g) 104 м<sup>3</sup>/год скидається у р. Березівку з дебітом (Q) 51,3 м<sup>3</sup>/год з 95% забезпеченості стоку. За таких умов скидання кратність розбавлення (n) води у водоймі, яку розраховуємо за формулою, становитиме 1,5 рази.

$$n = \frac{Q \cdot a + g}{g} = \frac{51,3 \cdot 1 + 104}{104} = 1,49$$

де Q — витрати води р. Березівка, м<sup>3</sup>/год з 95% забезпеченості стоку; g — об'єм третинно очищених стічних вод, що скидаються у водойму, м<sup>3</sup>/год; а — коефіцієнт змішування.

Результати проведених нами досліджень якості річкової води у місці скидання доочищених стічних вод у водойму, а також на відстані 500 м вище і нижче їх випуску наведено у табл. 1.

Дані таблиці свідчать, що за окремими показниками якості води, а саме: значенням БПК<sub>5</sub>, ХПК, вмістом завислих речо-

**RESEACH AND HYGIENE STATE OF DRAIN SEWAGES TERTIARY PURIFICATION FROM BIOPOND WITH HIGHER WATER PLANTS GROWTH TO SURFACE POND**

**Popenko V.N., Garkavy S.I., Boyko I.I.**

*The quality of the sewages tertiary purification, that dropped in a surface ponds 2-nd category of water use river Berezovka on sanitary-chemical and sanitary-microbiological metrics practically does not differ from quality of fluvial water, and on some metrics, such as Biological*

*Consumption of Oxygen for 5 days, Chemical Consumption of Oxygen, suspended matters, dry residual, contents of sulfates, iron, common rigidity, Sodium bicarbonates, chlorides, etc. even has the best values. Sanitary-bacteriological metrics of savages in a place of draining corresponds to normative documents to draining on open ponds, which one are reached extremely due to processes of a self-cleaning of pools without any additional methods of decontamination.*

вин, сухим залишком, сульфатами, залізом, загальною жорсткістю, бікарбонатами, кальцієм та магнієм річкова вода після скидання третинно очищених стічних вод навіть покращилася. Всі ці зміни відбуваються завдяки тому, що якість третинно очищених стічних вод за санітарно-хімічними та санітарно-бактеріологічними показниками більш висока, аніж річкова вода до їх скидання. Покращання якості річкової води відбувається за кратністю розбавлення у 1,5 рази більш чистою третинно очищеною водою з біостава. БПК<sub>5</sub> річкової води до скидання стічних вод становило 12,0 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, а після скидання БПК<sub>5</sub> знизився до 11,67 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, що на 2,75% покращує якість води водойми вниз за течією. Біхроматна окиснюваність (ХПК) води річки до скидання стічних вод становила 43,94 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, а після скидання зменшилася до 42,16 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, що на 4,05% покращує цей показник якості річкової води. Показник рН річкової води до скидання третинно очищених стічних вод становив

8,82, а після скидання — 8,58. Фоновий вміст завислих речовин з 12,45 мг/дм<sup>3</sup> зменшився у річковій воді до 11,99 мг/дм<sup>3</sup> після скидання доочищених стічних вод, що покращило на 3,7% показники річкової води. Сухий залишок води річки з 1458,1 мг/дм<sup>3</sup> зменшився до 1419,98 мг/дм<sup>3</sup> після скидання стічних вод, що на 2,62% покращує якість річкової води вниз за течією. Вміст фосфатів у річковій воді після скидання третинно очищених стічних вод зменшився на 6,51%, сульфатів — на 1,09%, розчиненого заліза — на 2,99%. Вміст бікарбонатів зменшився після скидання третинно очищених стічних вод на 3,75%, хлоридів — на 1,24%, кальцію — на 1,21%, магнію — на 3,04%, загальна жорсткість зменшилася на 3,1%. Якість річкової води після скидання третинно очищених стічних вод за санітарно-бактеріологічними показниками покращилася на 17,45% за загальним мікробним числом (ЗМЧ) та на 9,57% — за колі-індексом. Характеризуючи санітарно-бактеріологічні показники третинно очищених стічних вод

протягом трьох років спостережень, слід зазначити, що останні досягаються виключно процесами самоочищення поверхневої води у біостава, які інтенсифікуються ВВР та дотриманням експлуатаційних вимог даної очисної споруди.

Перебування біологічно очищених стічних вод у біостава протягом 5-7 діб дозволяє звільнити її від патогенної мікрофлори. У наших дослідженнях з виявлення сезонних коливань температури на процеси третинного очищення стічних вод у біостава було встановлено, що останні не припиняються протягом усього року його експлуатації і не впливають суттєво на ефективність видалення з води патогенної мікрофлори. Але краще ці процеси відбуваються у теплий та помірні періоди року, коли при вегетації ВВР у воду біостава виділяються біологічно-активні речовини, що мають знезаражувальну дію до патогенної мікрофлори [5]. У лабораторних дослідках нами вперше встановлено, що екстракти з ВВР мають більш виражену бактерицидну і вируліцидну

Фото 2

**Біостав очисних каналізаційних споруд Криворізького гірничо-збагачувального комбінату окислених руд м. Долинська Кіровоградської обл. (зовнішній вигляд у літню пору року)**



дію, порівняно з зеленими водоростями [4, 5]. Так, присутність у воді біостава екстрактів лепехи болотяної в 0,5-1% концентрації інактивує віруси поліомієліту II типу Себіна штам (P-712 Ch, 2 ab) на 99,8-99,9% при 30 хв контакті.

Досліди з вивчення впливу екстрактів лепехи болотяної на окремі види ентеропатогенних бактерій показали, що кишкові бактерії також інактивуються під дією біологічно активних речовин ВВР. В умовах кімнатної температури ці процеси прискорювалися і становили за 0,5-1% концентрації екстрактів лепехи болотяної та експозиції 60 хв для ентеропатогенної *E. coli* штам O-111(L<sup>+</sup>) — 80,86%; для *E. coli* штам O-124 (L<sup>-</sup>) — 45,26%; *Shigella sonnei* — 68,57%. При зниженні температури до +4°C процеси інактивації бактерій уповільнювалися, але не припинялися. Дана концентрація екстрактів з ВВР досягається шляхом висадження певної

кількості ВВР у біоствав та часом перебування стічних вод у заростях ВВР.

Постійні процеси сорбції, накопичення та мінералізації хімічних речовин у біостваві, що відбуваються за участі ВВР, значно покращують якість третинного очищення стічних вод, які при надходженні у р. Березівку дещо покращують якість річкової води вниз за течією та відповідають вимогам діючих нормативних документів до скидання у поверхневі водойми за санітарно-хімічними та санітарно-бактеріологічними показниками [11, 12].

#### Висновки

□ Високоєфективне третинне очищення міських біологічно очищених стічних вод у біоста-

Таблиця 1

**Якість третинно очищених стічних вод у біостваву з ВВР та якість води р. Березівка до та після скидання у неї доочищених стічних вод з Криворізького гірничо-збагачувального комбінату окислених руд м. Долинська (за усередненими даними протягом трьох років досліджень)**

Показник, одиниця виміру	Місце визначення			Ефективність покращання якості річкової води (%)
	Створ р. Березівка 500 м вище скидання ( $\bar{X} \pm m$ )	Третинно очищені стічні води у точці скидання _у р. Березівку ( $\bar{X} \pm m$ )	Створ р. Березівка 500 м нижче скидання ( $\bar{X} \pm m$ )	
pH	8,82±0,17	8,25±0,08	8,58±0,11	2,72
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	12,45±0,32	6,82±0,34	11,99±0,42	3,7
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	1458,1±117,88	1205,89±50,46	1419,98±92,4	2,62
Розчинений кисень, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9,24±0,58	6,51±0,25	9,28±0,62	
БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	12,0±0,12	4,99±0,18	11,67±0,12	2,75
ХПК, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	43,94±3,08	30,97±0,28	42,16±3,43	4,05
Азот амонійний, NH <sub>4</sub> мг/дм <sup>3</sup>	0,29±0,07	0,35±0,03	0,28±0,06	
Азот нітритів NO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,067±0,024	0,08±0,015	0,068±0,021	
Азот нітратів NO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	5,46±1,69	22,8±0,9	6,45±1,68	
Фосфати, мг/дм <sup>3</sup>	2,15±0,17	1,99±0,24	2,01±0,13	6,51
Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	550,18±53,42	473,97±24,36	544,2±51,1	1,09
Залізо, мг/дм <sup>3</sup>	0,67±0,07	0,41±0,08	0,65±0,07	2,99
Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	0,032±0,009	0,035±0,003	0,031±0,004	
Жири та масла, мг/дм <sup>3</sup>	0,06±0,03	0,09±0,03	0,05±0,02	
СПАР, мг/дм <sup>3</sup>	0,057±0,01	0,058±0,004	0,057±0,009	
Жорсткість, мг екв/дм <sup>3</sup>	13,57±0,26	10,41±0,24	13,15±0,38	3,1
Бікарбонати, мг/дм <sup>3</sup>	334,03±13,11	252,11±7,77	321,52±16,98	3,75
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	177,73±4,54	169,39±7,32	175,53±3,83	1,24
Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>	82,39±5,78	66,97±2,14	81,4±5,41	1,21
Магній, мг/дм <sup>3</sup>	114,24±5,83	86,86±3,32	110,77±6,49	3,04
Калій + натрій, мг/дм <sup>3</sup>	207,25±24,56	185,56±15,08	206,18±21,41	0,52
Загальне мікробне число, КУО/см <sup>3</sup>	2745,82±112,47	688,31±20,16	2266,67±85,44	17,45
Колі-індекс, КУО/дм <sup>3</sup>	1917,5±79,15	300,0±0,0	1734,07±63,32	9,57

ву, засадженому ВВР, наближає їхній склад за санітарно-хімічними та санітарно-бактеріологічними показниками до якості води поверхневих водойм. Процеси самоочищення у біоставу за цими показниками суттєво не змінюються протягом усього року експлуатації споруди, але ефективніше відбуваються у теплий період року.

□ Скидання третинно очищеної стічних вод у поверхневу водойму II категорії водокористування, р. Березівку, не впливає негативно на її якісний склад, а за деякими показниками якість річкової води вниз за течією покращується внаслідок розведення більш чистою водою з біостава.

□ Активне впровадження у практику каналізування населених пунктів третинного очищення стічних вод з використанням біоставів, засаджених вищими водяними рослинами, які є одним з найбільш простих, надійних і рентабельних способів очищення стічних вод, дозволить ефективно охороняти поверхневі водойми від органічних, хімічних і мікробних забруднень стічних вод. Це сприятиме профілактиці інфекційних та неінфекційних хвороб серед населення, які поширюються водним шляхом.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ашмарин И.П., Воробьев А.А. Статистические методы в микробиологических исследованиях. — Л.: Госмедиздат, 1962. — 180 с.
2. Белова М.А. Практические результаты биотестирования сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. — 2003. № 1. — С. 23-24.
3. Гаркавий С.И., Кравець В.В., Грищенко Н.В., Попенко В.М. та ін. Інтенсифікація процесів доочищення та знезаражування стічних вод за допомогою вищих водяних рослин // Гігієна населених місць. — 2002. — Вип. 39. — С. 80-86.
4. Гончарук В.В., Кравець В.В., Попенко В.М. та ін. До питання знезаражування стічних вод інфекційних лікарень від вірусів ультрафіолетовим опроміненням // Довкілля та здоров'я. — 2005. — № 4 (35). — С. 14-18.
5. Гончарук Е.И., Гаркавий С.И., Попенко В.Н. и др. Доочистка и обеззараживание сточных вод в биопруду с высшими водными растениями // Химия и технология во-

ды. Киев. — 2004. — Т. 26, № 5. — С. 479-484.

6. Гончарук Е.И., Гаркавий С.И., Попенко В.Н. Биологическая очистка сточных вод в комплексе мероприятий по уменьшению риска водных эпидемий кишечных инфекций среди населения // Проблемы оценки риска здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды. — М., 2004. — С. 341-343.

7. Загорский В.А., Козлов М.Н., Данилович Д.А. Методы обеззараживания сточных вод // Водоснабжение и сан. техника. — 1998. — № 2. — С. 2-5.

8. Калинин И.В., Матвеев В.И., Стрелков А.К. Доочистка сточных вод с использованием высших водных растений // Тез. докл. обл. конф. "Повышение эффективности работы предприятий водоочистки и водоотведения г. Куйбышева". — Куйбышев, 1990. — С. 5-8.

9. Лакин Г.Ф. Биометрия. — М.: Высшая школа, 1980.

10. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. — К.: МОРИОН, 2000. — 320 с.

11. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами (затв. Постановою Кабінету Міністрів України № 465 від 25.03.1999 р.). — К.: Держжитлокомунгосп, 1999.

12. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН № 4630-88. — М., 1988. — 69 с.

13. Скирдов И.В., Альманейфи А.А. Интенсификация очистки сточных вод в биологических прудах // Водоснабжение и сан. техника. — 1999. — № 2. — С. 28-30.

14. Эль Ю.Ф., Филимонова Е.В. Сравнительная оценка методов дезинфекции сточных вод // Водоснабжение и сан. техника. — 1996. — № 6. — С. 24-25.

15. Baozhem W., Wenyi D., Qingliang L. Eco-pond systems for wastewater treatment (utilization in China) // Approp. Waste Manag. Technol. Dev. Countries: Techn. Pap. Present. 3-rd Int. Conf., Nagpur, Febr. 25-26, 1995. — Bombay, 1995. — Vol. 1. — P. 25-26.

16. Billmeier E. Naturnahe Klaranlagen im landlichen Raum // Wasserwirt. — Wassertechn. — 1999. — № 5. — P. 17-21.

17. Boning Thomas, Lohse

Manfred, Hartmann Bernhard. Was leisten naturnale Verfahren // Wasserwirt.-Wassertechn. — 2001. — № 5. — P. 18-22.

18. Clicquot de Mintque C. Les reseaux, une alternative credible pour l'epuration des eaux // Environ. mag. — 1996. — № 1553. — P. 40-41.

19. Faby J., Brissand F. La reutilisation des eaux usees epurees dans les schemas directeurs d'assainissement et dans certains cas, pour economiser l'eau // Environ. et techn. — 1997. — № 168. — P. 35-39.

20. Geller G. Jungere Erfahrungen mit Pflanzenklaranlagen // Wasser Abwasser Praxis. — 1997. — Vol. 6, № 5. — P. 27-32.

21. Ghobrial M.G., Siam E.E. The use of the water velvet Azolla filiculoides in waste-water treatment // Water and Environ. Manag. — 1998. — Vol. 12, № 4. — P. 250-253.

22. Goldberg B. Kostenbewertung von Teichklaranlagen // Wasserwirt.-Wassertechn. — 1998. — № 3. — P. 15-17.

23. Mara D.D., Cogman C.A., Simkins P. Schembri M.C.A. Performance of the Burwarton Estate waste stabilization ponds // Water and Environ. Manag. [J. Charter. Inst. Water and Environ. Manag.]. — 1998. — Vol. 12, № 4. — P. 260-264.

24. Otterpohl R., Oldenburg M. Abwasser — ein Wertstoff in Siedlaugen // Thesis: Wiss. Z. Bauhaus-Univ. Weimar. — 1999. — Vol. 45, № 1. — P. 42-49.

25. Peignen-Seraline P. Traitement des eaux industrielles: Quelles avancees techniques // Eau, ind., nuisances. — 1999. № 219. — P. 29-35.

26. Wittgen Hans B., Maehlim Trond. Wastewater treatment wetlands in cold climates: Selec. Proc. 5-th Int. Conf. Wetland Syst. Water Pollut. Contr., Vienna, 15-19 Sept., 1996 // Water Sci. and Technol. — 1997. — Vol. 35, № 5. — P. 45-53.